

氏名	宮 城 小百合
学 位 の 種 類	博 上 (理 学)
学 位 記 番 号	第3722号
学位授与年月日	平成12年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当者
学 位 論 文 名	重力およびヤンミルズ理論におけるインスタントンの構成 (Construction of gravitational and Yang-Mills instantons)
論文審査委員	主 査 教 授 河合 俊治 副主査 教 授 牲川 章 副主査 助教授 安井 幸則

論 文 内 容 の 要 旨

本博士論文においては4次元および高次元（7次元，8次元）の重力理論および（曲がった空間上の）Yang-Millsゲージ理論における，インスタントンとよばれる特解の構成を行った。

我々は第2節においてAshtekar正準形式についての説明を行った。ここでは単にレビューに留まらず，通常は密度量とされるAshtekar正準変数を幾何学的な変数に置き換え，理論を幾何学量で書き直した。

ところで重力理論とYang-Mills理論の間には非自明な対応関係が存在する。すなわち，Ashtekar重力理論から得られる重力インスタントンを与える半平坦方程式が，体積要素を保つベクトル場の作るLie代数に対応するゲージ群を持つYang-Millsインスタントン方程式と同一視できる。我々はこの事実を用いて重力インスタントンを可積分方程式の解から構成した。さらにAshtekar変数を用いて，その重力インスタントン上に任意のゲージを持つYang-Millsインスタントンを与えた。続いてこの結果を $N=2$ 超対称重力理論に拡張し，インスタントンを与える超対称半平坦方程式を導いた。 $N=2$ 超対称重力インスタントンのボソン部分はEinstein-Maxwell理論のインスタントンを与えている。これを利用して重力インスタントン上のMaxwell反インスタントンの構成法を与えた。第4節においては高次元重力インスタントンとして知られている G_2 および $Spin(7)$ ホロノミーを持つ7次元および8次元多様体上のYang-Millsインスタントンを具体的に求め，解を無限遠での挙動に応じて分類した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

Yang-Mills理論およびEinstein重力理論に含まれるインスタントン解は，最近の超弦理論の発展の中で弦理論のソリトン解として新しい解釈がなされ，活発な研究が進行している。本論文は，重力インスタントン解を，体積要素を保存するスペクトル場からなる無限次元リー代数に値を持つYang-Millsインスタントン方程式（反平坦方程式）を使って考察したものである。

第1章で全体の概要を述べた後，第2章においてAshtekar重力理論の解説を与えている。この理論は，量子重力理論への新しいアプローチとして導入されたものであるが，ここでは古典重力理論のインスタントン解を求めるための数学的な道具として再構成している。そして，Ashtekar変数を通して半平坦方程式を自然な形で導出している。第3章では，半平坦方程式を使うことにより，重力インスタントン方程式が可積分方程式に還元されることが示されている。Yang-Millsゲージ理論の立場から重力インスタントン解を分析することにより，1つの応用として4次元重力インスタントン時空上のYang-Millsインスタントン

解が具体的に与えられている。これらの解は、'tHooft, Jackiw-Nohl-Rebbiたちによって求められた、Euclid空間上のYang-Millsインスタントン解の拡張である。第4章では、7次元重力インスタントン時空上のYang-Millsインスタントン解について考察している。高次元時空上のインスタントン解は、超弦理論のソリトン解(D-ブレーン)上に誘導されるYang-Mills配位として期待されているものである。本論文では、Gibbons-Page-Popeによって発見された7次元G2ホロノミー多様体上に、球対称性の要請を課すことにより、Yang-Millsインスタントン解を具体的に構成している。

以上のように、本論文は、インスタントン解についての新しい知見を与えており、超弦理論および数理論理学の発展に大きく寄与するものと期待される。よって本論文の著者は、博士(理学)の学位を受ける資格を有するものと認める。